



# La catastrophe du barrage de Malpasset à l'épreuve des facteurs organisationnel et humain

Justin Larouée, Pierre Duffaut, Franck Guarnieri

## ► To cite this version:

Justin Larouée, Pierre Duffaut, Franck Guarnieri. La catastrophe du barrage de Malpasset à l'épreuve des facteurs organisationnel et humain. Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur JNGG2014, Jul 2014, Beauvais, France. 10 p. hal-01044413

**HAL Id: hal-01044413**

**<https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-01044413>**

Submitted on 23 Jul 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **LA CATASTROPHE DU BARRAGE DE MALPASSET A L'ÉPREUVE DES FACTEURS ORGANISATIONNEL ET HUMAIN**

### **READING THE MALPASSET DAM FAILURE THROUGH ORGANIZATIONAL AND HUMAN FACTORS**

Justin LAROUZEE<sup>1</sup>, Pierre DUFFAUT<sup>2</sup>, Franck GUARNIERI<sup>3</sup>

*1 Ingénieur Géologue (EDF-CIH, diplômé de l'Institut Polytechnique Lasalle Beauvais), Doctorant au Centre de recherche sur les Risques et les Crises (CRC) MINES ParisTech, justin.larouzee@edf.fr, Aix-les-Bains, France.*

*2 Ancien expert en Génie géologique, pierre.duffaut@gmail.com, Paris, France.*

*3 Directeur du centre de Recherche sur les Risques et les Crises (CRC) MINES ParisTech., franck.guarnieri@mines-paristech.fr, Nice, France.*

**RÉSUMÉ** — La rupture du barrage de Malpasset a profondément marqué les esprits. Si l'étude de ses causes techniques a fait l'objet de nombreuses publications, ce n'est pas le cas des causes humaines. Les travaux du psychologue anglais James Reason ont permis, au début des années 1990, un changement de paradigme dans la compréhension des causes d'accidents : d'une approche centrée sur l'opérateur et « l'erreur humaine » vers une approche portée sur le système sociotechnique et la « défaillance organisationnelle ».

L'article étudie les dimensions humaines de l'accident de Malpasset, pour lequel la Cour de cassation n'a retenu « aucune faute, à aucun stade ». En relisant les événements à la lumière des théories actuelles, il vise à montrer l'impact potentiel des facteurs humains et organisationnels. Il doit ainsi permettre une prise de distance face aux causes techniques car si les avancées en matière de modélisation mettent à l'abri de beaucoup de « pièges de la nature », les facteurs humains apportent, eux, un éclairage nouveau à la sécurité de toute installation.

**ABSTRACT** — The Malpasset dam failure profoundly marked the spirits. If numerous technical studies have been published, it is not the case of the human one. The work of the English psychologist James Reason allowed, since the early 1990s, a paradigm shift in the understanding of the causes of accidents, from the sharp end operator and its 'human error' to the analysis of the socio-technical system and its 'organizational failure'.

The paper studies the human contributions in this accident for which the Court of Cassation concluded that 'no fault, at any stage, was committed'. Reading the event through nowadays theory, it aims at showing the potential impact of these factors. Thus, it allows taking some necessary distance from the technical causes: if the advances in modeling may shelter from many 'traps of the Nature', human factors give a new perspective in the field of safety for any plant.

## **1. Introduction**

Au lendemain de la seconde guerre mondiale, le département du Var doit se reconstruire et s'équiper. Une des problématiques principales étant l'alimentation en eau des villes et des terres agricoles, la décision de construire un barrage fût prise le 3 août 1950 par décision du Ministère de l'Agriculture.

Le barrage de Malpasset, voûte mince haute de 60 mètres, a été construit sur le Reyran (affluent de l'Argens) entre 1952 et 1954, à moins de 10km en amont de la ville de Fréjus. Ce type d'ouvrage réputé solide et élégant a été choisi en raison du profil de la vallée du Reyran et de son coût relativement modique comparé aux ouvrages poids. En rive droite la voûte était épaulée au rocher dans un redent de la topographie alors qu'en rive gauche la construction d'une culée artificielle s'est avérée nécessaire. La voûte épaisse de 6,80 mètres à la base et 1,50 mètre en crête était équipée d'une vanne de vidange de fond, organe de sécurité en pied d'ouvrage et d'un évacuateur de crues à seuil libre, fonctionnant sans l'intervention de l'homme.

L'hiver 1959 termine une mise en eau fortuite : fin novembre et début décembre, de fortes pluies touchent la Côte d'Azur causant une hausse rapide du niveau de l'eau dans la retenue. Des sorties d'eau sont observées dans la roche à l'aval de l'ouvrage. Dans la nuit du 2 décembre, à 21 h13, le barrage de Malpasset rompt en libérant dans la vallée les 50 millions de mètres cubes d'eau de la retenue. La vague balaie la vallée causant morts et des dégâts matériels tout le long de son trajet jusqu'à la mer Méditerranée. Vingt et une minutes plus tard, un front de trois mètres atteint la basse ville de Fréjus et la base aérienne, coupant les routes et la voie ferrée, détruisant habitations, voitures et camions, un train de voyageurs et des avions. Le bilan humain est de 423 morts, le bilan financier se chiffre en milliards de Francs de l'époque. 3000 hectares de terres agricoles sont détruits.

Il y a un avant et un après Malpasset. La science des barrages a largement évolué après cette catastrophe. Pratiquement toutes les voûtes de la planète ont fait l'objet de campagnes de mesures, de nombreuses retenues d'eau ont été abaissées, des ouvrages ont été modifiés. En 1966, le Comité Technique Permanent des Barrages a été créé avec pour mission de fournir un avis sur les projets de barrages, conséquence directe du constat de l'insuffisance de la maîtrise d'œuvre à Malpasset. En 1967 est créé le Comité Français de Mécanique des Roches, discipline désormais incontournable pour les concepteurs de barrages. Le métier d'ingénieur-géologue est également spécifiquement créé. En 1968 apparaissent les plans d'alerte permettant d'organiser l'évacuation des populations par les préfetures.

Toutes ces dispositions découlent des conclusions de nombreuses années d'enquête ayant visé à établir les raisons de la rupture ainsi que d'éventuelles responsabilités.

## 2. Des pièges multiples

La rupture de Malpasset est la seule rupture connue d'un barrage voûte. Entrée subitement dans la conscience des professionnels des barrages comme "possible", elle a motivé de nombreuses investigations scientifiques.

Comme souvent, cette catastrophe n'est pas imputable à une cause unique mais à un ensemble de facteurs, véritables "pièges" naturels et techniques (Duffaut, 2013) qui se sont combinés jusqu'à conduire à la ruine de l'ouvrage. Cette section présente brièvement les principaux pièges et leurs mécanismes : la géologie, la géotechnique et la technique.

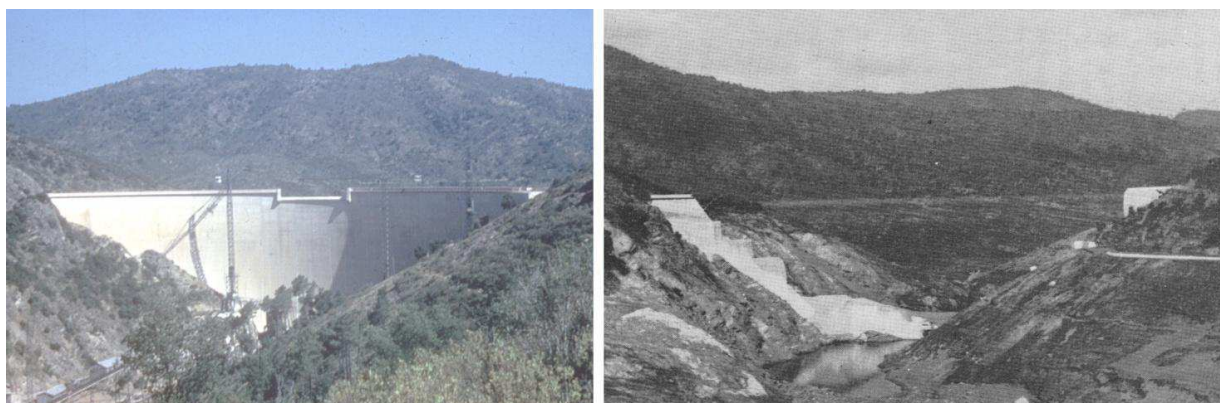


Figure 1: Le barrage en fin de construction (COB) et après la rupture (Mary)

### 2.1. *Piège naturel : La géologie*

La qualité du rocher n'était pas insuffisante cependant deux détails structuraux, mis en évidence par la rupture, avaient échappé : une faille géologique dont la direction, si on l'avait connue, aurait été jugée inoffensive et une foliation peu apparente qui se trouvait parallèle à la voûte sur une partie de la rive gauche. L'intersection de ces plans délimitait un "coin" rocheux susceptible de glisser.

### 2.2. *A la croisée des chemins : La géotechnique*

Les essais effectués après l'accident ont montré un massif rocheux plus déformable que ce qu'on avait supposé et, au laboratoire, une grande sensibilité de la perméabilité à l'état de contrainte, une propriété alors ignorée et d'ailleurs très rare. La poussée du barrage induisait alors au sein de la fondation un véritable barrage souterrain qui le prolongeait en profondeur.

### 2.3. *Piège technique : L'absence de drainage*

Depuis la rupture du barrage de Bouzey en 1895, où elle avait été reconnue et nommée "sous-pression", la pression de soulèvement exercée par l'eau percolant sous un barrage poids était rendue négligeable par des forages de drainage, une pratique jugée inutile sous les barrages voûtes dont la surface inférieure est faible. Mais elle s'exerce aussi au sein du terrain, et peut faire glisser un coin rocheux.

### **3. Les facteurs organisationnel et humain**

Si la rigueur scientifique des experts a pu reconnaître les pièges énumérés ci-dessus, il est un phénomène dont l'importance a été méconnue : la capacité des organisations à créer des conditions propices aux défaillances et aux accidents.

Une analyse exclusivement technique de l'accident néglige en effet un ensemble d'aspects susceptibles d'expliquer celui-ci. Méconnues dans les années 1950 et 60, les dimensions humaines et organisationnelles ont donné lieu, depuis, à de nombreux travaux sur la sécurité industrielle. Cette section en propose un bref historique, des prémices d'une science au célèbre modèle dit du Fromage Suisse.

#### **3.1. Facteur humain et Safety Sciences**

L'histoire du facteur humain, en tant que champ d'investigation scientifique à part entière, peut être tracée aux lendemains de la seconde Guerre Mondiale. Années après années, influencées par des découvertes scientifiques ou des accidents industriels, plusieurs disciplines scientifiques se sont emparées de cette question du rôle de l'homme dans la fiabilité ou la vulnérabilité des systèmes socio-techniques.

Les ingénieurs, rejoints par les ergonomes, s'intéressent dès les années 1960 à l'intégration du "composant" humain dans les systèmes afin de réduire les incidents / accidents qui nuisent à la productivité. De ces travaux de recherche naissent des méthodes de prévision d'erreurs humaines.

L'incident de Three Mile Island (1979) puis la catastrophe de Tchernobyl (1986) amènent les psychologues, alors intéressés par la modélisation du fonctionnement cognitif humain, à opérationnaliser leurs travaux. Le livre "Human Error" du psychologue anglais James Reason (Reason, 1990 ; 2013) pose les bases d'un changement de paradigme : l'approche de l'erreur humaine focalisée sur les actions de l'opérateur est remplacée par une approche organisationnelle où celui-ci est victime de conditions le menant à l'erreur. Reason lance alors un appel aux sociologues, la compréhension des accidents doit reposer sur une compréhension de l'articulation entre le facteur organisationnel et le facteur humain.

Les années 2000 voient un nombre croissant d'ingénieurs, concepteurs et managers de systèmes concernés par cette approche de l'accident. La communauté scientifique des Safety Sciences (qui regroupe notamment des ingénieurs, ergonomes, psychologues, sociologues, ...) s'intéresse progressivement, quant à elle, aux sources de fiabilité des systèmes (courant des organisations hautement fiables, ingénierie de la résilience...) (Guarnieri et al., 2008).

#### **3.2. Le modèle du Fromage Suisse**

Les années 1980 sont marquées par une importante série d'accidents industriels (Three Mile Island, Bhopal, Tchernobyl, Piper Alpha, ...). Les différentes analyses menées à la suite de ces accidents montrent que la performance des opérateurs ne peut s'expliquer qu'en regard des conditions de travail dans lesquelles ces derniers réalisent leurs activités. Ces conditions de travail (environnement, plan de travail,

pressions temporelles, etc.) sont elles-mêmes façonnées par des décisions hiérarchiques de "haut niveau" (politique d'entreprise, décisions politiques, etc.). James Reason travaillant sur les erreurs humaines du quotidien (oublis, lapsus) propose une taxinomie (Reason, 1990 ; 2013) de l'erreur qui introduit la distinction entre des erreurs dites "actives" et des erreurs dites "latentes" (plus tard nommées "conditions latentes"). Afin de démontrer leurs rôles respectifs dans l'étiologie des accidents, il convoque une métaphore : celle des agents pathogènes présents dans le corps humain. Selon cette métaphore, les accidents industriels sont comparables aux cancers ou accidents cardiaques car ils ne sont pas le fait d'une cause unique mais d'une conjonction de facteurs (chacun nécessaire mais non suffisant pour outrepasser les défenses du système immunitaire ou industriel). Les hypothèses qui en découlent sont : (1) la séquence accidentelle a pour origine profonde des processus organisationnels (planning, conception, communication, maintenance...), (2) les défaillances latentes ainsi créées sont transmises dans diverses structures organisationnelles (départements, services) jusqu'à l'espace de travail où elles créent des "conditions locales" (fatigue, problèmes techniques, manque de communication, objectifs contradictoires, ...). (3) Ces "conditions locales" augmentent les probabilités d'erreurs et affaiblissent les défenses du système (cf. Figure 2).

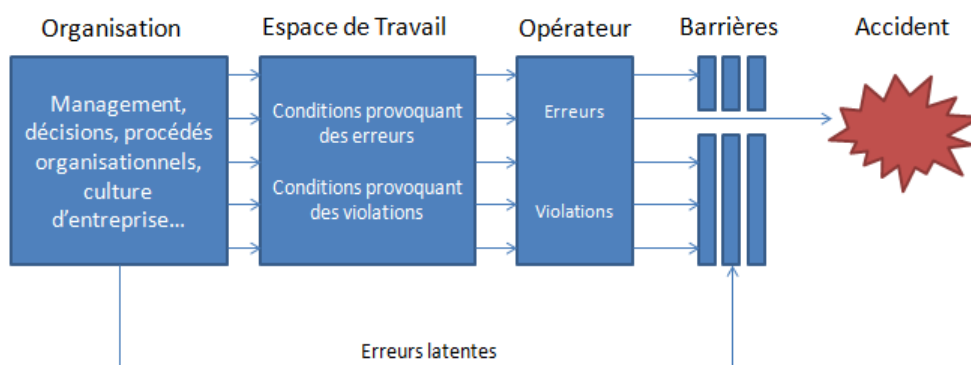


Figure 2 : Version MkII du modèle de Reason (Reason, 1993)

La version la plus populaire du modèle est publiée en 2000. Elle s'appuie sur une nouvelle analogie : celle du Fromage Suisse (cf. Figure 3). Chaque tranche de fromage représente une défense du système (barrière technique, humaine ou organisationnelle). Les trous représentent les faiblesses de ces défenses (il faut les imaginer "dynamiques" : dont la taille et la localisation évoluent au gré d'arbitrages, d'audits, de plans de maintenances). Ces trous sont le fait d'erreurs ou de conditions latentes. L'accident survient lorsqu'à un même instant les trous s'alignent, les facteurs se combinent. Pour plus d'informations sur ce modèle, sa genèse, ses limites et ses biais, le lecteur pourra se référer à Larouzée et al. (2014). Cette vision de l'accident montre qu'il est le fait d'un enchaînement spatio-temporel de "défauts"

dans les défenses du système. Les causes techniques de la rupture de Malpasset ont été résumées dans la section 2, la section suivante étudie les causes humaines et organisationnelles.

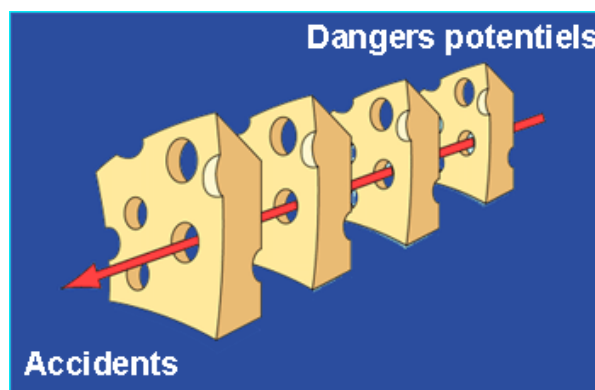


Figure 3 : Le modèle du Fromage Suisse (Reason, 2000)

L'intérêt de la démarche est confirmé par un double constat : (1) la rupture de l'ouvrage n'est consécutive à aucune action humaine qualifiable d'erreur "active", (2) les "conditions organisationnelles" de l'accident n'ont pas été reconnues, ou du moins nommées comme telles, à l'époque des commissions d'enquête.

#### **4. Malpasset, une catastrophe organisationnelle**

Si l'absence d'analyse des dispositions organisationnelles est imputable à l'état des connaissances de l'époque qui ne permettait pas de les isoler pour les étudier, leur connaissance reste nécessaire à la compréhension globale de cette catastrophe. Après avoir défini les bornes temporelles de cette démarche et évoqué la dimension juridique de "responsabilité", cette section présente les principales causes organisationnelles et humaines ayant contribué à la rupture du barrage.

##### **4.1. Jusqu'où remonter ?**

Le paradigme organisationnel soulève la question des bornes de l'investigation. Le biais de représentation, inhérent à un modèle simplifié (cf. figure 3), peut conduire à une recherche "toujours plus loin" des conditions latentes. Comme le rappelle Reason, il est nécessaire de s'intéresser à ce que l'on peut contrôler et changer.

Dans le cadre de notre démarche la première borne temporelle est la décision du Conseil Général du Var, en 1964, de récolter des projets de solutions aux besoins en eau de la région. L'autre borne temporelle retenue est la journée du 2 décembre 1959, 20 minutes après la rupture de l'ouvrage, au moment où le front de l'onde de submersion a rejoint la Méditerranée. Durant ces 20 minutes, il est encore théoriquement possible d'activer des barrières de protection, comme le déplacement des populations, visant à diminuer l'impact du phénomène dangereux (relayant les barrières, dites de prévention, supposées prévenir de l'accident). Dans le cas de Malpasset, aucune de ces barrières n'était prévue.

#### 4.2. La justice et les hommes

Plusieurs experts (ingénieurs, géologues) ont travaillé, dès les premiers jours qui ont suivi la catastrophe et des années durant, à établir des scénarios explicatifs. Dans le cadre de notre démarche, il est intéressant de revenir sur les conséquences juridiques de ces travaux.

Un premier collège d'experts désigné par le tribunal de Draguignan conclut que la cause de la rupture est directement liée à l'effet de l'eau circulant sous la partie gauche de l'ouvrage. Ce collège d'experts précise que ce phénomène était connu et responsable de ruptures antérieures (barrage de Bouzey). Enfin, il relève l'absence d'études et d'essais géotechniques, l'absence de contrôles du premier remplissage. Cela engageait la responsabilité pénale des constructeurs et de l'exploitant. Une contre expertise fût demandée par leurs défenses. Un nouveau collège d'experts confirme alors le rôle des circulations d'eau sous l'ouvrage mais contredit les autres conclusions, avançant que ce phénomène était méconnu à l'époque de la construction du barrage, échappait à l'investigation directe (sa mise en évidence n'ayant pu être faite qu'au bénéfice de méthodes et techniques développées conjointement à la longue instruction du procès) et que les normes en vigueur n'imposaient pas, à l'époque, le recours à la géotechnique. Le tribunal n'a finalement retenu aucune faute professionnelle, exonérant de responsabilité les constructeurs du barrage (dont la réalisation a été considérée "techniquement irréprochable").

Cet article n'entend pas revenir sur cette conclusion de la Cour de cassation (1967). Il faut distinguer l'étude juridique des responsabilités, à la lumière de la Loi, de l'étude scientifique des mécanismes organisationnels, à la lumière de théories psychologiques et sociologiques.

#### 4.3. Les pièges oubliés de l'organisation

Il ne s'agit pas de livrer un nouveau récit chronologique détaillé des faits (le lecteur pourra notamment se référer à Foucou, 1978). Cette section tente d'isoler, caractériser et commenter des comportements, choix ou actions humaines ayant contribué à la catastrophe.

Les défaillances peuvent être distinguées à un premier niveau (cf. tableau 1) qui questionne la possibilité d'agir plutôt que le bienfondé de l'action ou de l'inaction.

Tableau 1. Taxinomie des défaillances distinguant les cas "induits" et "fortuits"

Type de défaillance	Commentaire	Exemple
Fortuite	Hors du champ d'action des acteurs en présence, indépendante de leur volonté.	Fortes précipitations Présence d'une faille géologique
Induite	Conséquence d'un choix, d'un acte. La possibilité de "faire autrement" est retenue.	Dimensionnement d'une vanne conformément aux recommandations en vigueur



Les tableaux 2 à 5, présentent les défaillances humaines respectivement en lien à la géologie, l'ouvrage, l'environnement budgétaire et l'environnement humain. Si l'ensemble des défaillances présentées ci-dessous sont humaines, elles peuvent provenir de décisions individuelles, du contexte organisationnel, social ou de dispositions techniques. Ces distinctions sont rapportées dans la colonne "origine".

Tableau 2. La géologie et les Hommes

Défaillances	Type	Origine
Absence (non nécessité) de galerie de dérivation du Reyran en raison de son fonctionnement torrentiel	Fortuite	Technique
Choix d'un géologue non spécialisé dans les barrages (choisi pour sa proximité et sa connaissance de la géologie régionale)	Induite	Humaine
Choix de déplacer le barrage par André Coyne (après consultation du géologue)	Induite	Humaine

Le tableau 2 présente les défaillances humaines en lien avec la géologie du site. La galerie de dérivation sert à maintenir le chantier hors d'eau durant la phase de construction. Sur les cours d'eau à faible débit (cas du Reyran) il est d'usage de remplacer cette galerie par un joint ouvert. Faute d'une telle galerie, la faille n'a pas été découverte. Cette défaillance, d'origine technique, est fortuite.

Les deux autres décisions témoignent de la faible importance accordée, à l'époque, à la géologie dans le domaine de la construction. Le géologue du projet, Georges Corroy, Professeur à l'Université de Marseille est choisi pour sa proximité géographique. Expert dans la géologie méditerranéenne, il n'a pas d'expérience dans la construction de barrages. En 1949 le projet initial d'implantation du barrage est modifié par le bureau Coyne & Bellier. En 1950 le géologue donne son accord pour déplacer l'ouvrage de 200 mètres vers l'aval considérant que l'ancrage ne présente "a priori" pas plus de difficulté (Foucou, 1978). Cette décision, motivée sur le plan technique et financier (possibilité de construire une voûte au lieu d'un barrage poids et augmenter le volume de la retenue), a précipité l'ouvrage dans un des pièges de la nature : le "coin" rocheux dessiné par la foliation et la faille.

Tableau 3. L'ouvrage et les Hommes

Défaillances	Type	Origine
Non remise en cause des avis de Coyne (personnage considéré "intimidant" et très respecté par la profession)	Induite	Humaine
Dimensionnement de la vanne de fond conforme aux recommandations de l'époque (aurait pu être surdimensionné considérant l'hydrologie particulière du Reyran)	Induite	Technique
Absence d'essai du barrage plein (retard dans l'expropriation de la mine en amont et distribution d'eau modifiée)	Induite	Humaine

Quoique d'origines diverses, les défaillances humaines en lien avec l'ouvrage sont toutes induites. Premièrement, une forte confiance (tant dans l'expertise, mainte fois démontrée, d'André Coyne que dans "l'état de l'art" en matière de dimensionnement) altère l'approche naturaliste et compréhensive nécessaire à ce type de projets. De

plus, le rapport au temps perçu comme une contrainte (retards dans l'expropriation d'anciennes mines, contexte économique semblant rendre nécessaire la livraison "rapide" du barrage), amène à contourner certaines pratiques établies et reconnues critiques (contrôle de l'ouvrage à plein avant réception définitive).

Tableau 4. Environnement budgétaire

Défaillances	Type	Origine
Contexte national de relance économique (plan du Commissariat Général au Plan ambitieux)	Fortuite	Ecosystème
Chute des financements après construction (financements refusés par les Ministère de la Défense et de l'Intérieur)	Induite	Ecosystème
8 des 27 millions de francs prévus utilisés pour l'étude préalable	Induite	Humaine

Si 27 millions de francs étaient prévus pour les études, seuls 8 ont été utilisés : cela témoigne encore de la faible importance alors accordée à la géologie. Bien que totalement "fortuit" il est intéressant de constater que le contexte national (relance économique, arbitrages de ministères) agit directement sur les acteurs du projet. Ainsi, l'absence de financements après la construction a privé le barrage de son système d'irrigation (une de ses principales raisons d'être). Le barrage privé d'utilité, sa surveillance n'a elle-même été confiée qu'à un unique gardien, non qualifié.

Tableau 5. Les Hommes et les hommes

Défaillances	Type	Origine
Technocratie (gradient d'influence entre le corps des Ponts et Chaussées plus prestigieux que celui du Génie Rural)	Fortuite	Humaine
Maîtrise d'œuvre n'assurant pas la communication entre les acteurs	Induite	Humaine
Juillet 59 : dernière campagne de mesures montrant des déformations préoccupantes : les résultats sont communiqués 5 mois plus tard au Conseil général (pas de délais contractuels)	Induite	Humaine
Absence d'interprétation des mesures, envoyées au préfet pour simple archivage	Induite	Humaine
Fin novembre 59 : constat de suintements importants en aval du barrage et fissures dans le tapis de protection au pied du barrage : réunion convoquée le 7 décembre sur place	Induite	Humaine
Trois jours avant rupture : le Génie Rural demande l'autorisation de procéder à l'ouverture de la vanne de fond (avant d'atteindre la cote 96), refus en raison de la construction d'un pont d'autoroute en aval immédiat de l'ouvrage	Induite	Organisation
Absence de contrôle externe (collectivité comme maître d'ouvrage et corps de l'état comme maître d'œuvre)	Induite	Organisation

La plus grande source de défaillances est l'interaction entre les acteurs. En majorité induites, ces défaillances sont liées au rapport au temps (retard d'ouverture de la vanne, réunion de crise convoquée trop tardivement), à une mauvaise évaluation de l'importance des mesures ou des constats (suintements, fissures). L'histoire de ce barrage est faite d'excès de confiance dans la technique (bureau d'étude prestigieux, type d'ouvrage réputé hyper-fiable) et d'une communication altérée par les gradients

hiérarchiques (alertes du gardien prises à la légère, requêtes du Génie Rural négligées par les Ponts et Chaussées) : véritables pièges de la condition humaine.

## **5. Discussion**

Les travaux sur la sûreté des systèmes, portés par le paradigme de la défaillance organisationnelle (Reason 1990 ; 2013) permettent d'isoler de nouveaux facteurs dans la catastrophe de Malpasset. Si chaque défaillance listée dans la section 4 est nécessaire mais non suffisante à l'accident, on constate que 75% de celles-ci sont "induites". Sans chercher de coupables à désigner, il est possible de retenir la responsabilité de la "condition humaine" dans une catastrophe liée à la géologie mais aussi à : (1) des enjeux politiques diversement appréciés jusqu'à se transformer en pression politique, (2) la crainte de dire ou de faire (gradient hiérarchique), (3) la gestion des compétences (une responsabilité hiérarchique), (4) au rapport au temps (appréciation des signaux faibles, point de non retour), (5) au rapport à l'incertitude (confiance dans la technique, coût du renoncement).

## **6. Conclusion**

Responsable de la qualité de ses études et réalisations, l'ingénieur doit garder à l'esprit ces pièges de la condition humaine afin d'éviter au mieux leurs conséquences négatives. Relire, à la lumière de théories contemporaines, une catastrophe entrée dans l'histoire d'une communauté scientifique, permet de compléter une longue et méticuleuse quête d'explications. Cette lecture contemporaine alerte également face au phénomène de "distanciation par différenciation" consistant à négliger (distanciation) les enseignements d'événements passés en raison de différences (différenciation) entre ceux-ci et une réalité opérationnelle donnée.

## **Références bibliographiques**

- Duffaut P. (2013). The traps behind the failure of Malpasset arch dam, France, in 1959, Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 5, 1, 335-341.
- Foucou M. (1978). Malpasset : Naissance... vie... mort d'un barrage, Impr. P.E.M.F., 40 p.
- Guarnieri F., Cambon J., Boissières I. (2008). De l'erreur humaine à la défaillance organisationnelle : essai de mise en perspective historique, Revue de l'Electricité et de l'Electronique, 8, 67-76.
- Larouzee J., Guarnieri F., Besnard D. (2014). Modèles d'erreur humaine de James Reason : perspectives historique et épistémologique, Papier de recherche du CRC de MINES Paristech. Mai 2014.
- Reason J. (1990, éd. franç. 2013). L'erreur humaine, Presses des Mines, Economie et Gestion, 404 p.
- Reason J. (1993). The identification of latent organizational failures in complex systems, In: Wise J.A., Hopkin V.D. & Stager P. Computer and Systems Sciences Vol. 110. 223-237.
- Reason J. (2000). Human error: models and management, BMJ, 320, 7237, 768-770.